

(Aus der 2. Medizinischen Abteilung des Bürgerspitals Basel
[Vorsteher: P. D. Dr. H. Ludwig].)

Das normale Elektrokardiogramm und seine Abhängigkeit vom Körperbau

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von
Alfred Glasser
von Basel

Basel 1948



VERLAG VON S. KARGER IN BASEL

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Professor Dr. *H. Staub*.

Tag der Promotion: 13. Juli 1946.



Cardiologia Vol. XII, Fasc. 6, 1948.

1. Einleitung.

Die individuellen Unterschiede im elektrokardiographischen Bild sind bei Gesunden so groß, daß immer wieder Reihenuntersuchungen an z. T. sehr großen Kollektiven gesunder Individuen zur Abgrenzung des «normalen» Schwankungsbereichs herangezogen worden sind. Soweit dabei auf die Beziehungen zwischen dem Elektrokardiogramm (Ekg) und dem Körperbau überhaupt geachtet worden ist, scheint lediglich eine gewisse Beziehung zwischen dem Verlauf der R-Momentanachse und dem Körperbau aufgefallen zu sein. Da die Großzahl dieser Untersuchungen auf einzel registrierten Ableitungen beruht, mußte an Stelle der Bestimmung des R-Achsenverlaufs ein Index für den gesamten QRS-Komplex treten, der die Verlaufsrichtung der Projektion der Erregungsschleifen auf die vordere Brustwand viel weniger gut wiedergibt als die R-Momentanachse. Andererseits wurde der Körperbau meist aspektmäßig beurteilt, so daß diese Arbeit den ersten Vergleich der R-Achse und anderer elektrokardiographischer Werte mit dem zahlenmäßig ausgedrückten Körperbau und speziell unter Berücksichtigung des Verhältnisses der Längen- zur Breitenentwicklung darstellen dürfte.

Außerdem ergibt sich aus der synchronen Registrierung der 3 Extremitätenableitungen an Gesunden die Möglichkeit, Normwerte für den Vektor der einzelnen Zacken aufzustellen, deren Registrierung in den einzelnen Ableitungen nur die Projektion auf den entsprechenden Schenkel des gleichseitigen Dreiecks (Einthoven) darstellt.

Zudem können Normgrenzen für den Achsenverlauf (sog. Momentanachsen) der einzelnen Zacken berechnet werden, für die in der Literatur noch sehr wenig Vergleichswerte vorliegen. Schließ-

lich kann das Verhältnis zwischen der R- und der T-Momentanachse in Abhängigkeit von der Herzlage und vom Körperbau verfolgt werden, ein Verhältnis, dem in neuerer Zeit größere diagnostische Bedeutung beigemessen worden ist

Da bereits mehrere Untersuchungen an weit größeren Kollektiven von Gesunden vorliegen, dient der Vergleich der übrigen, aus den Ekg erhaltenen Werte mit denen der Literatur im wesentlichen der Aufdeckung gewisser Eigenheiten des benutzten Kollektivs von Polizisten, das ein im Vergleich zu den meisten bisher beschriebenen Kollektiven relativ hohes Durchschnittsalter von 36 Jahren und einen sehr guten Trainingszustand der Großzahl der einzelnen Individuen aufweist.

Schon *Einthoven* stellte gewisse Beziehungen zwischen der anatomischen Herzachse, resp. deren Projektion auf die Frontalebene, und der elektrischen Hauptachse im Elektrokardiogramm, dem Verlaufe der Spannungsunterschiede, die die R-Zacke ergeben, fest. Er zog die Grenzen des Bereichs für den Winkel α , den die elektrische Hauptachse im Einthovenschen Dreieck mit der Horizontalen einschließt, beim Normalen noch recht eng. Nach seinen, allerdings an wenig zahlreichem Material gemachten Untersuchungen schwankt derselbe beim Normalen zwischen 40 und 90 Grad. Heute wissen wir, daß, während die anatomische (resp. die beim Lebenden einfach zu bestimmende orthodiagraphische) Herzachse in relativ geringem Maße schwankt, die elektrische Hauptachse beim Normalen in weit größerem Maße differieren kann, was nur dadurch zu erklären ist, daß auch Drehungen um die Längsachse des Herzens einerseits und das Massenverhältnis der Muskulatur der beiden Ventrikel andererseits von Einfluß sind

Zahlreiche Autoren untersuchten weiterhin die Faktoren, die für das Aussehen des Elektrokardiogramms eines bestimmten Individuums maßgebend sind, und stellten Beziehungen zwischen dem durch die elektrische Hauptachse bestimmten Elektrokardiogrammtyp und dem Körperbau fest, wobei sie meist bei Leptosomen Neigung zu Rechts-, bei Pyknikern Neigung zu Linkstyp fanden. Die Athletiker sollen eine mittlere Achsenrichtung aufweisen. Über das Ausmaß dieser Beziehungen besteht allerdings keine Einigkeit, wofür drei verschiedene Gründe maßgebend sind, einmal die Verwendung von Körperbautypen, die in reiner Form nur in geringer Zahl vorkommen, wogegen die Mischtypen überwiegen, dann der fast immer unberücksichtigte Einfluß des Alters auf den Verlauf der Herzachse, ferner die früher übliche Registrierung einzelner Ableitungen für sich, so daß in den verschiedenen Ableitungen nicht immer synchrone Kurventeile als R-Zacke bezeichnet wurden.

Mit steigendem Lebensalter findet eine zunehmende Verschiebung der elektrischen Herzachse in Richtung des Linkstyps statt. Während beim Neugeborenen der Rechtstyp das Gewöhnliche ist, bildet er schon im mittleren Lebensalter eine Seltenheit und ist deshalb immer verdächtig auf ein pathologisch verändertes Herz (Rechtshypertrophie bei Mitralstenose, Emphysem

usw.). Da mit steigendem Alter die Körperfülle zunimmt, d. h. sowohl die Entwicklung in die Breite wie der Fettansatz, beides Dinge, die eine Querstellung des Herzens fördern, könnte die mit zunehmendem Alter beobachtete Abnahme des Winkels α auf diese Ursachen allein zurückgeführt werden, sofern die Wanderung der elektrischen Herzachse von rechts gegen links nicht schon in der frühen Jugend einsetzen würde, in der die oben genannten Faktoren noch nicht mitwirken können, was sehr für eine wichtige Mitbeteiligung der Zunahme der Muskelmasse des linken Herzens spricht. Wenn die Lage der elektrischen Herzachse beurteilt werden soll, muß somit neben dem Körperbau, speziell dem Verhältnis zwischen Längen- und Breitenentwicklung, auch das Alter berücksichtigt werden. Bisher wurde meist nur das Alter in Betracht gezogen (z. B. *Schlomka*) oder der aspektmäßig beurteilte Körperbau, aber nicht beides zugleich; vor allem ist auch nicht ein zahlenmäßiger Ausdruck für das Verhältnis Längen- zu Breitenentwicklung verwendet worden. Die Schwierigkeiten, die sich bei ungleichzeitiger Registrierung der einzelnen Ableitungen bei der Entscheidung ergeben, welche Punkte als R-Zacken zu bezeichnen seien, haben verschiedene Autoren bewogen, die Gesamtheit aller Ausschläge nach oben und unten zum mindesten in zwei Ableitungen zu verwenden (Indices von *White & Bock*, *Lewis*, *Schlomka*).

Solange man die drei Extremitätenableitungen nicht synchron aufnehmen konnte, waren solche Indices von großem Vorteile, denn sie berücksichtigen den gesamten QRS-Komplex. Die R-Zacke allein hingegen wird (als elektrische Hauptachse) in der Einthovenschen Formel zur Berechnung des Winkels α berücksichtigt,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2e_2 - e_1}{e_1 \sqrt{3}} = \frac{2e_3 + e_1}{e_1 \sqrt{3}} = \frac{e_2 + e_3}{(e_2 - e_3) \sqrt{3}}$$

(worin e die Zackengröße in der jeweils durch den Index angegebenen Ableitung in mV bedeutet). Während man früher den ersten positiven Ausschlag des QRS-Komplexes in jeder Ableitung als R-Zacke ansprach, muß heute genaue zeitliche Übereinstimmung in den einzelnen Ableitungen gefordert werden. Es ist dann die R-Zacke nicht mehr unbedingt in allen drei Ableitungen positiv, sondern sie kann in einer Ableitung negativ sein. So ist das tiefe «S₃» beim Linkstyp in Wirklichkeit häufig eine invertierte R-Zacke. In manchen Fällen wird sogar die R-Zacke in der einen oder andern Ableitung in einem auf- oder absteigenden Ast des QRS-Komplexes, oft dabei durch eine Knotung angedeutet, gefunden. Es ist das Verdienst von *Zardays*, nachdrücklich auf dieses Verhalten hingewiesen zu haben. Bei diesem Vorgehen läßt sich auch die von vielen Forschern angezweifelte Gültigkeit des Einthovenschen Gesetzes, daß die Summe der Ausschläge einer Zacke in Ableitung 1 und 3 gleich ist der Zackengröße der Ableitung 2, bestätigen. Das Gesetz gilt selbstverständlich nicht nur für die Größe der R-Zacke, sondern für alle Zacken, ja sogar für den Abstand jedes beliebigen Kurvenpunktes von der Isoelektrischen. Seitdem man Elektrokardiographen besitzt, die es gestatten, die drei Extremitätenableitungen gleichzeitig aufzunehmen, ist es sehr einfach geworden, die Achsenrichtung irgend einer Zacke zu bestimm-

men, während man früher in manchen Fällen zu unrichtigen Resultaten kam, da nur umständliches Vergleichen der einzelnen Ableitungen miteinander eine Bestimmung sich entsprechender Kurvenpunkte und damit die Berechnung der betreffenden Achsenrichtung ermöglichte. Bei synchroner Registrierung mehrerer Ableitungen fällt jeglicher Vorteil der Verwendung eines Indexwertes an Stelle des Winkels der elektrischen Hauptachse zur Kennzeichnung des Elektrokardiogramms dahin. Beim Indexwert spielen neben dem Achsenverlauf von R in der Projektion auf die Frontalebene noch andere in den Q- und S-Zacken sich ausdrückende Momente mit, die wahrscheinlich mit dem Grad der Drehung um die Längsachse zusammenhängen. Weitere Einblicke sind von der Vektorkardiographie zu erwarten.

Die meisten Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Körperbau und Elektrokardiogrammtypus sind von speziellen Gesichtspunkten ausgegangen. Man begnügte sich im allgemeinen mit der Einteilung in Konstitutionstypen nach *Kretschmer* (Astheniker, Athletiker und Pykniker), wobei man oft nur von einem bestimmten Elektrokardiogrammtyp ausging und dann untersuchte, welcher Habitus bei diesem Elektrokardiogrammtyp besonders häufig zu finden sei. Viele Untersuchungen befassen sich auch mit der Herzlage oder mit der Form des Herzens (Tropfenherz bei Asthenischen, Zwerchfellhochstand und Querlage des Herzens bei Pyknikern) und deren Beziehungen zum Elektrokardiogrammtyp. So ist auch *Schlomka*, der mit seinen Mitarbeitern in verschiedenen Arbeiten an Hand seines Indexwertes diese Beziehungen eingehend untersuchte, nicht zu eindeutigen Ergebnissen gelangt. Er bestätigt wohl im großen ganzen die allgemein anerkannten Varianten des Elektrokardiogrammtyps bei verschiedener Konstitution, konnte engere Beziehungen aber auch dann, wenn er objektive Maßzahlen einführte, nicht feststellen. Er berücksichtigt, wie vor ihm *White & Bock* und *Lewis*, Ableitung 1 und 3 und in diesen beiden die Ausschläge des Initialkomplexes sowohl nach oben wie nach unten von der isoelektrischen Linie.

II. Eigene Untersuchungen.

Das zugrunde liegende Zahlenmaterial setzt sich aus den Körpermaßen und den elektrokardiographischen Werten von 193 Männern zusammen, größtenteils Basler Polizisten und einigen Arbeitern und Studenten. Es bildet ein Kollektiv von klinisch genau untersuchten, gesunden Männern, das bereits zu anderen Berechnungen wie Sollgewicht, Normalwert für den Grundumsatz und die Herzgröße verwendet wurde (s. *Ludwig* b, c, d).

Es handelt sich um Männer im Alter zwischen 23 und 58 Jahren mit einer Körperlänge von 160,0 bis 192,5 cm und einem Gewicht von 58,0 bis 100,5 kg. Die durchschnittliche Herzfrequenz ist mit 58 auffallend niedrig, was wenigstens teilweise mit einer durch sportliches Training erworbenen Vagotonie zusammenhängt.

Von diesen genau nach den Vorschriften von *Martin* ermittelten Maßen wurde der Mittelwert (M), die Standardabweichung (σ), der Variabilitätskoeffizient (v) und der mittlere Fehler des Mittelwertes (mM) und der

Streuung ($m\sigma$) berechnet (Tab. 1). Was das rechnerische Vorgehen anbelangt, s. *Ludwig a*.

TABELLE 1.

Körpermaße, Alter und Herzfrequenz.

	$M \pm m$	$\sigma \pm m\sigma$	v	$M \pm \sigma$	V
Größe in cm	176,5 $\pm$ 0,37	5,11 $\pm$ 0,26	2,9	171,0—181,5	160,0—192,5
Gewicht in kg	72,7 $\pm$ 0,56	7,78 $\pm$ 0,40	10,7	65,0—80,5	58,0—100,5
Querschnittsmaß in cm ²	641,1 $\pm$ 4,34	60,25 $\pm$ 3,07	9,4	580,8—701,4	491,0—856,0
Brustbreite in cm	27,8 $\pm$ 0,12	1,66 $\pm$ 0,08	6,0	26,1—29,5	23,5—33,6
Brusttiefe in cm	20,4 $\pm$ 0,11	1,59 $\pm$ 0,08	7,8	18,8—22,0	16,0—25,0
Thoraxbreite in cm	26,7 $\pm$ 0,11	1,59 $\pm$ 0,08	6,0	25,1—28,2	22,9—30,9
Thoraxtiefe in cm	11,8 $\pm$ 0,14	1,91 $\pm$ 0,10	16,2	9,9—13,7	7,8—16,0
Thoraxhöhe in cm	20,3 $\pm$ 0,13	1,77 $\pm$ 0,09	7,9	18,5—22,1	16,0—24,4
Orthodiagraphische Herzneigungswinkel in Grad	40,5 $\pm$ 0,45	6,22 $\pm$ 0,32	15,4	34,3—46,7	25,0—60,0
Alter in Jahren	36,0 $\pm$ 0,51	7,09 $\pm$ 0,36	19,7	28,9—43,1	23—58
Herzfrequenz pro Min.	58,3 $\pm$ 0,77	10,7 $\pm$ 0,55	18,3	47,6—69,0	40—88

Der Mittelwert der auf 0,5 cm genau bestimmten *Körpergröße* liegt mit 176,5 cm ungefähr 7 cm über dem Durchschnitt der männlichen Bevölkerung der Schweiz [168,6 für Rekruten der Jahre 1927—32 (*Schlaginhaufen*), 169,6 für Sanitätsgefreite der Jahre 1937—38 (*Ludwig a*)], was damit zusammenhängt, daß in Basel in den letzten Jahren nur Männer mit einer Mindestgröße von 175 cm, früher von 170 cm, als Polizisten, die den größten Teil des Kollektivs ausmachen, Anstellung finden. Unser Kollektiv enthält nur 14 Männer, deren Größe unter 170 cm liegt.

Der Mittelwert des auf 0,5 kg genau bestimmten *Körpergewichtes* entspricht mit 72,7 kg durchaus demjenigen der Größe bei Berücksichtigung des Durchschnittsalters einerseits und einer auf die Lebensmittelerationierung zu beziehenden, mäßigen Gewichtsreduktion anderseits (*Ludwig c*).

Als Ausdruck der Breiten- und Tiefenentwicklung wurde das als Querschnittsmaß bezeichnete Produkt des Mittelwertes aus Schulter-, Brust- und Beckenbreite mit der Brusttiefe verwendet (*Ludwig c*). Es ergibt Werte, die zwischen 491 und 856 cm² liegen.

Die Durchschnittswerte für die *orthodiagraphisch bestimmten Thoraxmaße* (Thoraxbreite, -tiefe und -höhe) liegen durchwegs höher als für die Sanitätsgefreiten von *Ludwig (a)*, was in bezug auf die Thoraxhöhe mit der größeren Körperlänge zusammenhängt, in bezug auf die Breiten- und Tiefenmaße außerdem mit dem höheren Durchschnittsalter.

Der *orthodiagraphische Herzneigungswinkel* erscheint mit einem Durchschnittswert von 40,5° recht klein. Nach *Haudek* beträgt er für Schräglage zwischen 43° und 48°, nach *Dietlen* 45°; *Benedetti und Bollini* fanden bei 19- bis 25jährigen als Mittelwert 42,5°, *Ludwig* an Sanitätsgefreiten gleichen Alters 43,5° ($\sigma = 4,98^\circ$). Dieser hat seinerzeit festgestellt, daß für diese jungen Männer keinerlei Abhängigkeit zwischen dem Herzneigungswin-

kel und der im Kaup-Index ausgedrückten Beziehung zwischen Größe und Gewicht nachweisbar sei. Hingegen fand er eine gewisse Abhängigkeit zwischen dem Herzneigungswinkel und der Thoraxhöhe und der Körpergröße, insofern als der Herzneigungswinkel mit zunehmender Größe und speziell mit zunehmender Thoraxhöhe deutlich zunimmt. Er hat geschlossen, daß die Herzlage somit weit mehr von der Thoraxkonfiguration abhängig sei als vom Körperbau. Das vorliegende Kollektiv ergibt eine sehr ausgesprochene Abhängigkeit des Herzneigungswinkels von der Thoraxhöhe, außerdem aber auch von der Thoraxtiefe. Auf die Einheit der Streuung (Standardabweichung) dieser röntgenologischen Thoraxmaße (Tiefe und Höhe) bezogen ist die Abhängigkeit des Winkels mehr als doppelt so groß wie in bezug auf die Standardabweichung der Körpergröße. Die Zunahme der Thoraxtiefe mit dem Alter erklärt somit ohne weiteres die zwischen den beiden Altersgruppen der Tab. 15 festgestellten Unterschiede im Herzneigungswinkel einerseits und andererseits den Unterschied gegenüber den Sanitätsgefreiten von Ludwig mit einer durchschnittlichen Thoraxtiefe von nur 10,3 cm gegenüber 11,8 cm beim vorliegenden Kollektiv mit einem Durchschnittsalter von 36 Jahren. Die bisher publizierten Durchschnittswerte beziehen sich fast ausschließlich auf Kollektive mit geringerem Durchschnittsalter!

TABELLE 2.
Elektrokardiographische Werte.

	$M \pm m$	$\sigma \pm m$	v	$M \pm \sigma$	V	
PQ-Zeit in Sek.	$0,166 \pm 0,002$	$0,025 \pm 0,001$	14,8	0,14—0,19	0,11—	0,28
QRS-Zeit in Sek.	$0,087 \pm 0,001$	$0,010 \pm 0,001$	11,7	0,08—0,09	0,06—	0,11
QT-Zeit in Sek.	$0,385 \pm 0,002$	$0,030 \pm 0,001$	7,7	0,35—0,42	0,32—	0,49
RR-Zeit in Sek.	$1,029 \pm 0,013$	$0,183 \pm 0,010$	17,2	0,84—1,21	0,68—	1,50
P ₁ in mV	$0,075 \pm 0,002$	$0,024 \pm 0,001$	32,4	0,05—0,10	0,03—	0,15
P ₂ in mV	$0,115 \pm 0,003$	$0,043 \pm 0,002$	37,6	0,07—0,16	0,02—	0,21
Winkel P in Grad	45,5 $\pm 1,5$	21,0 $\pm 1,1$	46,2	24,5 —66,5	—13 —	+80
R ₁ in mV	$0,364 \pm 0,019$	$0,271 \pm 0,014$	42,8	0,36—0,90	—0,28—	+1,32
R ₂ in mV	$1,035 \pm 0,027$	$0,375 \pm 0,019$	36,3	0,66—1,41	0,29—	2,50
Vektor R	$1,118 \pm 0,024$	$0,338 \pm 0,017$	30,2	0,78—1,45	0,38—	2,64
Winkel R in Grad	50,0 $\pm 1,6$	22,2 $\pm 1,1$	44,3	27,8 —72,2	—4 —	+109
T ₁ in mV	$0,306 \pm 0,014$	$0,190 \pm 0,010$	62,0	0,12—0,50	0,04—	0,67
T ₂ in mV	$0,363 \pm 0,008$	$0,110 \pm 0,006$	30,3	0,25—0,47	0,06—	0,68
Vektor T	$0,402 \pm 0,008$	$0,107 \pm 0,005$	26,5	0,30—0,51	0,12—	0,70
Winkel T in Grad	38,7 $\pm 1,1$	15,0 $\pm 0,8$	38,9	23,7 —53,7	0 —	81
VT						
VR	$0,36 \pm 0,009$	$0,124 \pm 0,006$	32,6	0,24—0,48	0,14—	0,92

Die *elektrokardiographischen Kurven* wurden mit einem 4 Ableitungen synchron schreibenden Elmqvist-Triplex-Apparat aufgenommen. Ausgemessen wurden die PQ-, QRS-, QT- und RR-Dauer und die Größe der P-, R- und T-Zacken, die mittels der Eickzacken in mV umgerechnet wurden. Bei diesen Ausmessungen, besonders bei der R-Zacke, wurde darauf geachtet, daß gleiche (synchrone) Kurvenpunkte gemessen wurden, so daß R unter Umständen in einer Ableitung (z. B. 1) negativ, ja sogar als Knotung im auf- oder absteigenden Aste des QRS-Komplexes gesucht werden mußte. Maßgebend für die R-Zacke war stets der in 2 Ableitungen synchrone, größte positive Ausschlag.

Für die 3 wichtigsten Zacken (P, R und T) wurde mit Hilfe der Einthovenschen Formel für $\text{tg } \alpha$ (s. vorne) der entsprechende Winkel α , welchen die Achse (Richtung der Potentialdifferenz) mit der Horizontalen bildet, berechnet. Im folgenden werden die Winkel dieser Momentanachsen einfach als Winkel P, Winkel R und Winkel T bezeichnet. Ferner wurde die wahre Größe der R- und T-Zacke aus dem Einthovenschen Dreieckschema berechnet nach der Formel

$$E = \frac{e_1}{\cos \alpha} = \frac{e_2}{\cos(\alpha - 60^\circ)} = \frac{e_3}{\cos(120^\circ - \alpha)}$$

worin E = wahre Größe von R oder T (nachfolgend als Vektor R und Vektor T bezeichnet), e = Höhe von R oder T in mV und α = Winkel der Momentanachse mit der Horizontalen.

Der Mittelwert der *PQ-Zeit* liegt mit 0,166 Sek. (Tab. 2) höher als der von *Benedetti und Sabena* (an 100 19- bis 25jährigen Studenten) mit 0,15 Sek. ermittelte.

Von den 193 Elektrokardiogrammen hätten nach der üblichen Beurteilung 7 als krankhaft ausgeschieden werden müssen, wenn die in den Lehrbüchern festgelegten Zeitgrenzen für die PQ-Dauer Anwendung gefunden hätten. Da die betreffenden Kurven keine sonstigen Abweichungen zeigten und die klinische Untersuchung ebenso wenig Krankhaftes ergab wie die Anamnese, wurden die betreffenden Individuen im Kollektiv beibehalten. Es handelt sich dabei um folgende PQ-Zeiten: je einmal 0,21, 0,26 und 0,28 Sek. und je zweimal 0,22 und 0,24 Sek. (davon einmal mit einer QRS-Dauer von 0,11 Sek.).

Nach einigen Autoren (*Herzum, Reindell* u. a.) kann eine «verlängerte» PQ-Distanz bei Normalen z. B. bei Übertraining mit erhöhtem Vagustonus vorkommen. In keinem unserer Fälle ist allerdings ein solches Übertraining als absolut gesichert anzunehmen. Wohl treiben die 7 in Betracht kommenden Polizisten Sport wie der größte Teil aller Untersuchten, jedoch kein einziger in einem solchen Maße, daß ein Übertraining mit Sicherheit anzunehmen wäre. Doch ist schon im Hinblick auf die in unserem Ma-

terial gefundenen zahlreichen niedern Herzfrequenzen ein vagotonischer Einfluß als die nächstliegende Ursache zu betrachten. Registrierungen nach Belastungen, die bei dieser Ursache für eine PQ-Verlängerung eine Abnahme ergeben, im Gegensatz zur gleichbleibenden oder noch stärker verlängerten PQ-Dauer bei organischer Ursache, konnten leider nicht durchgeführt werden, da die Analysen der Kurven erst längere Zeit nach der Registrierung stattfinden konnten.

Stewart und Manning fanden bei 500 jungen Fliegern einen Durchschnittswert von 0,16 für Ableitung 2, mit 0,11—0,21 als Normgrenze ($\pm 2 \sigma$). 2,2% hatten eine PQ-Zeit von mehr als 0,21, und zwar in 0,6% von mehr als 0,24 Sek. (bis zu 0,36!). Bei einer Kontrolle an 20 von diesen (*Stewart und Manning* b) zeigte sich nur viermal eine deutliche Verkürzung im Sitzen gegenüber dem Liegen (20%), und zwar ohne gleichzeitige deutliche Zunahme der Herzfrequenz. Bei den übrigen ergab auch körperliche Arbeit oder Atropin-Injektion keine wesentliche Beeinflussung. *Graybiel, MacFarland, Gates und Webster* stellten bei 1000 jungen Fliegern einen Mittelwert von 0,154 fest und in 1,6% Werte von mehr als 0,20 Sek. Auch *Ferguson und O'Connell* fanden in mehr als 1% von 1812 gesunden, jungen Männern eine PQ-Dauer von mehr als 0,20.

Die PQ-Zeit weist keine Abhängigkeit von der Frequenz auf, wie dies neuerdings *Schlamowitz* festgestellt hat und wie dies sehr deutlich aus Tab. 16 hervorgeht.

Der Mittelwert für die QRS-Dauer beträgt 0,087 Sek., während *Hadorn* und ebenso *Shipley und Hallaran* 0,085, *Benedetti und Sabena* ebenso wie *Lüderitz* 0,083, *Herzum* bei 78 Olympiadekämpfern 0,082 und bei 164 jugendlichen Wettkampfsportlern 0,076, *Brauch und Schulz*, sowie *Grim und White* 0,078 und *Stewart und Manning* sogar nur 0,07 Sek. fanden. Unser Mittelwert ist also der höchste, was zunächst mit dem höheren Durchschnittsalter zusammenzuhängen scheint, da *Gelman und Brown* bei alten Leuten höhere Werte gefunden haben als bei Kindern, so daß eine gewisse altersbedingte Zunahme der QRS-Dauer wahrscheinlich erschien. Im Gegensatz dazu ist die QRS-Dauer bei den ältesten Individuen (Durchschnittsalter 49 Jahre) nur um $\frac{2}{1000}$ Sek. länger als bei den jüngsten im Durchschnitt 26jährigen Individuen (Tab. 15). Diese minime Differenz wird durch die bei verschiedener R-Momentanachse und verschiedener Körpergröße weit übertroffen. Beim Rechtstyp (Winkel R 94°) ist die QRS-Zeit um $\frac{7}{1000}$ Sek. länger (s. Tab. 21) als beim Linkstyp (Winkel R 4°), trotzdem die Gruppe mit rechtstypischem Elektrokardiogramm

im Durchschnitt um 11 Jahre jünger ist. Die kleinen Individuen des Kollektivs (168 cm) weisen eine um $\frac{6}{1000}$ Sek. kürzere QRS-Dauer auf als die großen (184,4 cm). Die zufälligen Differenzen in der QRS-Dauer — denn um solche scheint es sich bei den aus der R-Momentanachse und der Körpergröße gebildeten Gruppen zu handeln — sind somit z. T. nicht größer als die zwischen den extremen Altersgruppen. Eine Erklärung für die besonders lange durchschnittliche QRS-Dauer unseres Kollektivs kann somit nicht mit Sicherheit gegeben werden, doch liegt sie vermutlich darin, daß bei synchroner Registrierung von allen 3 Ableitungen der früheste Beginn in der einen dieser Ableitungen und das Ende in einer anderen berücksichtigt worden sind, wie dies bei synchroner Registrierung gefordert werden muß.

Dreimal wurde eine QRS-Dauer von 0,11 Sek. gemessen, bei einer PQ-Dauer von 0,20 oder weniger, einmal bei einer PQ-Dauer von 0,24. Eine geringfügig «verlängerte» QRS-Dauer ist nach *Holzmann und Scherf* sowie *Shipley und Hallaran* bei großen Zacken nicht als pathologisch zu betrachten. *Gelman und Brown* fanden leichte Verbreiterung des QRS-Komplexes, in einem Fall bis 0,13, bei alten Leuten ohne sonstige nachweisbare Kreislauf- oder Lungenschäden. *Stewart und Manning* fanden bei 5 ihrer 500 Flieger eine QRS-Dauer von mehr als 0,10 und *Graybiel, MacFarland, Gates und Webster* recht häufig 0,11 (2,7 %) und in 0,8 % 0,12 Sek., während 0,13 und 0,14 Sek. nur ganz selten registriert wurden. Die 3 Kurven mit einer QRS-Dauer von mehr als 0,11 in unserem Material ergeben einen Vektor R von im Durchschnitt 1,66 mV, maximal 2,5 mV, also im Vergleich zum Durchschnitt von 1,12 auffallend große R-Zacken.

Die QT-Zeit oder elektrische Systolendauer, die bekanntlich keine feste Beziehung zur mechanischen Systolendauer aufweist, schwankt zwischen 0,32 und 0,49 Sek. bei einem Mittelwert von 0,385 Sek. Der nach der Formel von *Hegglin und Holzmann*

$$QT\text{-Dauer} = 3,9 \sqrt{RR\text{-Dauer}} \pm 0,04 \text{ (in Sek.)}$$

in Abhängigkeit von der Frequenz berechnete Sollwert beträgt 0,396. Die Differenz von 0,011 Sek. ist durchaus beachtlich, da es sich um einen Mittelwert aus annähernd 200 Einzelbestimmungen handelt. Die einzelnen Werte liegen auch vorwiegend im Bereiche zwischen dem Sollwert und den unteren Grenzwerten nach dieser Formel, bei Frequenzen zwischen 40 und 50, also bei ausgespro-

chener Bradykardie, gelegentlich sogar unterhalb des unteren Normbereiches. Bei Einteilung der Elektrokardiogramme nach der Frequenz (Tab. 3) weisen die mit kleinster Frequenz (Mittel 44) eine Differenz des Mittelwertes der QT-Zeit von $-0,021$ Sek. gegenüber dem Sollwert nach Hegglin und Holzmänn auf, wogegen die Gruppen mit den größten Frequenzen (Mittel 74) fast genau mit diesem Sollwert übereinstimmen. Möglicherweise beruhen diese Abweichungen auf einem Vagusüberwiegen, da Vagomimetica eine Verkürzung der QT-Zeit zur Folge haben (Literatur bei *Lepeschkin*). Die Hegglin- und Holzmännische Formel erweist sich

TABELLE 3.

Abweichung des Mittelwertes der QT-Dauer vom Sollwert nach Hegglin und Holzmänn.

RR-Dauer (Mittelwert)	Frequenz	Mittelwert der QT-Dauer	Sollwert nach Hegglin u. Holzmann	Abweichung	Sollwert nach Friedericia	Abweichung	Anzahl Fälle	
0,7—0,9	(0,81)	74	0,354	0,351	+0,003	0,355	—0,001	45
0,9—1,1	(1,01)	59	0,379	0,392	—0,013	0,382	—0,003	67
1,1—1,3	(1,19)	50	0,408	0,425	—0,017	0,404	+0,004	62
1,3—1,5	(1,37)	44	0,435	0,456	—0,021	0,422	+0,013	18

somit für unser Material als nur bedingt brauchbar. Daß dies anscheinend nicht mit den Besonderheiten unseres Kollektivs zusammenhängt, geht aus dem Vergleich mit der graphischen Darstellung der Normalwerte von *Směly* hervor, die bei niedrigen Frequenzen deutliche Abweichungen von den Sollwerten nach Holzmänn und Hegglin zeigt. Nach *Stewart und Manning*, die nach amerikanischem Vorgehen die Konstante berechnen, mit der $\sqrt{RR}$ multipliziert werden muß, ergibt sich für eine Frequenz von 40 ein unterer Grenzwert für QT von 0,40 (*Hegglin und Holzmänn* 0,44), während die Differenz bei einer Frequenz von 120 viel geringer ist (0,23 gegenüber 0,24 nach *Hegglin und Holzmänn*), also auch hier stärkere Differenz bei Bradykardie. Den besten Wert für die Konstante berechnen die Autoren zu 0,38. Aus dem vorliegenden Material errechnet sich eine K von 0,39 (genauer 0,394) für die erste Gruppe der Tab. 3 mit einer mittleren Frequenz von 74, während die QT-Zeiten für die nächste Gruppe mit einer K von 0,38 (genauer 0,374) und die beiden anderen Gruppen mit durchschnittlichen Frequenzen von 50 und 44 mit einer Konstanten von 0,37 (genauer 0,374 resp. 0,372) besser berechnet werden. — Un-

sere Werte liegen durchwegs innerhalb der Normgrenzen der graphischen Darstellung von *Lepeschkin*.

Ein Einfluß des Alters ist in dem vorliegenden Material nicht nachweisbar bei Vergleich zweier Gruppen mit einem mittleren Alter von 26 und 49 Jahren (Tab. 15). Nach *Lepeschkin* ist erst bei höherem Alter ein deutlicher Einfluß auf die QT-Zeit im Sinne einer relativen Verlängerung nachweisbar.

Die Beziehungen zwischen RR- und QT-Dauer sind für das vorliegende Kollektiv erstaunlich eng, denn die Berechnung des Bravais'schen Korrelationskoeffizienten ergibt einen Wert von 0,89 (*Benedetti und Sabena* berechneten 0,549).

TABELLE 4.

Mittel-, Minimal- und Maximalwerte der einzelnen Zacken in mV.

	eigene Werte		Benedetti u. Sabena		Holzmann		Lepeschkin		Stewart u. Manning		Graybiel, McFarland, Gates u. Webster
P ₁	0,075	0,03 0,15			0,06	0 0,20	0,07	0 0,26	0,07	0,01 0,13	
P ₂	0,115	0,02 0,21	0,125	0,03 0,30	0,15	0 0,35	0,14	0,02 0,50	0,14	0,03 0,25	
R ₁	0,634	-0,28 1,32	0,53	0,19 1,25	0,62	0,15 1,60	0,70	0,12 1,94	0,66	0,12 1,20	0,59 1,65
R ₂	1,035	0,29 2,50	0,958	0,38 2,49	1,05	0,40 2,10	1,20	0,36 2,40	1,41	0,61 2,20	1,16 2,60
T ₁	0,306	0,04 0,67			0,25	0,10 0,70	0,25	0,10 0,65	0,30	0,10 0,50	0,26 0,60
T ₂	0,363	0,06 0,68	0,27	0,08 0,70	0,31	-0,15 1,00	0,29	-0,35 1,25	0,38	0,10 0,66	0,33 +0,85

Die Höhe der einzelnen Zacken in den verschiedenen Ableitungen anzuführen, erscheint mehr oder weniger sinnlos, da sie stark vom Verlauf der elektrischen Herzachse im Moment der entsprechenden Zacken («Momentanachse») abhängig sind. Da sich in der Literatur aber nur für die Ausschlaggrößen in den einzelnen Ableitungen Zahlen finden, kann ein Vergleich nur an Hand von diesen erfolgen (Tab. 4). Unser Material zeichnet sich, wie das der Vergleich unserer Mittelwerte mit denen anderer Autoren ergibt, durch besondere flache P- und besonders hohe T-Zacken aus, was nach *Nordenfelt* als Zeichen eines besonderen Vagustonus aufzufassen ist und gut zum niederen Frequenzdurchschnitt paßt. Die negativen Werte für T₂, wie sie von *Lepeschkin*,

Holzmann und Graybiel und Mitarb. angeführt werden, stammen mit größter Wahrscheinlichkeit von pathologischen Herzen und sind somit korrekturbedürftig. Als Folge einer Achsenabweichung wird T_2 erst bei einer Momentanachse von weniger als -30° negativ. Der kleinste T-Winkel, den wir festgestellt haben, beträgt aber 0° , und T weist selbst bei starker R-Abweichung nach links viel geringere Verlagerung in dieser Richtung auf [$+20^\circ$ als Mittelwert der 9 Elektrokardiogramme mit den kleinsten R-Winkelwerten ($+4^\circ$) s. Tab. 21]. — Die negativen Werte für R_1 , die wir bestimmt haben, sind aus der Art zu erklären, wie R als jener Punkt ermittelt wurde, der in 2 Ableitungen dem größten positiven Ausschlag entspricht. Früher hingegen wurde bei Registrierung jeder Ableitung für sich und der sich daraus ergebenden Unmöglichkeit einer Festlegung absolut synchroner Punkte in den verschiedenen Ableitungen immer ein nach oben gerichteter Ausschlag als R bezeichnet.

Die *Absolutwerte (Vektoren)*, die vom Winkel, den die Momentanachse mit der Horizontalen bildet, unabhängig sind und die nach der auf S. 329 angeführten Formel berechnet werden, finden sich in Tab. 2. Die in Prozenten des Mittelwertes ausgedrückte Streuung (Variabilitätskoeffizient) ist für diese Werte deutlich kleiner als für die Höhe der Zacken in den einzelnen Ableitungen. Vektor R ist bei leichten Individuen größer als bei schweren und bei geringer Querschnittsentwicklung größer als bei starker Breitenentwicklung. Diese Differenzen hängen wohl mit der Abhängigkeit des Vektors R von der R-Achse zusammen (Tab. 21).

Vektor T beträgt ein wenig mehr als $\frac{1}{3}$ von Vektor R, meist zwischen 0,3 und 0,5 mV, während R zwischen 0,8 und 1,5 mV ausmacht. Ferner erweist sich Vektor T vom Achsenverlauf der Hauptachse (R-Momentanachse) vollkommen unabhängig im Gegensatz zur Größe von Vektor R (s. Tab. 21), während ein deutlicher Zusammenhang mit der Herzfrequenz aus Tab. 16 abzulesen ist, wobei Bradykardie mit höherem T einhergeht. Auch das Alter ist von ausgesprochenem Einfluß, denn die Jüngsten, im Durchschnitt 26jährigen, weisen einen Vektor T-Wert von 0,43 mV auf, während sich bei den Ältesten, im Durchschnitt 49jährigen, ein Vektor T-Durchschnitt von 0,32 ergibt. Für die Beurteilung von T-Abflachungen ist wichtig, daß bei diesen klinisch gut untersuchten und gesund befundenen Männern Werte von nur 0,12 mV gefunden wurden, daß aber ein unterer Grenz-

wert von 0,24 mV für Vektor T (entsprechend $M-1\frac{1}{2}^\circ$) nur sehr selten unterschritten wird. Der kleinste mV-Wert für Vektor T beträgt 0,12. Es handelt sich um ein Elektrokardiogramm, das eine Andeutung von ST-Senkung in Ableitung 1 und 2 und ausgesprochen flache T-Zacken aufweist. Die Kurve wurde aber nicht ausgeschaltet, da weder Anamnese noch klinische Untersuchung etwas Besonderes ergeben hatten. Es handelt sich um eine jener Kurven, die häufig nach Gynergen deutliche Vergrößerung der T-Zacken aufweisen, doch wurde dieser Versuch leider nicht ausgeführt. Die beiden Kurven mit den nächstflachen T-Zacken weisen einen Vektor T-Wert von 0,19 mV auf und erscheinen beim Betrachten ebenfalls ohne weiteres auf pathologische T-Abflachung verdächtig. Ferner wurden 2 Elektrokardiogramme mit einem Vektor T-Wert von 0,21, eines mit 0,22 und zwei mit 0,23 mV registriert.

Die *relative Größe von T* spielt für die Diagnose der Herzmuskelschädigung beim Betrachten eines Elektrokardiogramms eine wichtige Rolle. Bei allgemein kleinen Zacken werden flachere T-Zacken weniger gewertet als bei großem Initialkomplex, so daß rein visuell das Verhältnis T : R herangezogen wird. Die

Berechnung des Quotienten $\frac{\text{Vektor T} \left[\frac{VT}{VR} \right]}{\text{Vektor R} \left[\frac{VT}{VR} \right]}$ zeigt eine deutliche Ab-

hängigkeit vom Verlauf der R-Achse, indem der Quotient beim Linkstyp größer ist als beim Rechtstyp (Tab. 21), was allerdings bei der großen Streuung der Zahlen statistisch nicht gesichert erscheint. Der Unterschied beruht lediglich auf Vektor R, denn Vektor T ist für beide Gruppen genau gleich groß. Auch die Differenz für Vektor R erscheint statistisch nicht gesichert; immerhin dürfte eine Nachprüfung an größerem Material ergeben, daß der Quotient

$\frac{VT}{VR}$ bei Abweichung der R-Achse gegen rechts und der damit verbundenen Zunahme von Vektor R abnimmt. Ganz grob darf angenommen werden, daß einer R-Achse von 90° ein $\frac{VT}{VR}$ von 0,3 und einer R-Achse von 0° ein $\frac{VT}{VR}$ von 0,4 entspricht. Das vorliegende

Kollektiv ergibt einen Mittelwert von 0,36 für eine R-Achse von 50° . Gleichmäßiger erscheint aus den einzelnen Gruppen der Tabellen 5, 6, 7, 15, 16 und 21 die Zunahme von Vektor R mit der R-Momentanachse, so daß einem R-Winkel von 40° ein Vektor R von 1,0 mV, 50° 1,1 mV und 60° etwa 1,2 mV entsprechen.

Von besonderer Bedeutung ist das Verhältnis $\frac{VT}{VR}$ bei Kurven mit flachen T-Zacken zur Beurteilung eines pathologischen Verhaltens von T. Die 8 Kurven, die ein VT von weniger als 0,24 mV aufweisen (0,12 — 0,23), ergeben im Durchschnitt ein $\frac{VT}{VR}$ von 0,25 und einen Extremwert nach unten von 0,14.

Für die *Winkelwerte der elektrischen Momentanachsen* sind in der Literatur mit Ausnahme der R-Achse fast keine Vergleichswerte zu finden. Unsere Mittelwerte ergeben für Winkel P 45,5° (—13 bis +80) und für Winkel R 50,0° (—4 bis +109), wobei der letztere Wert auch von *Comeau und White* als höchster Wert bei Normalen festgestellt wurde und allgemein als Mittelwert 60° angeführt wird. (Unser Kollektiv zeichnet sich durch ein relativ hohes Durchschnittsalter von 36 Jahren aus, und der orthodiographische Herzneigungswinkel beträgt im Durchschnitt nur 40,5°!) Winkel T ergibt im Durchschnitt 38,7°. Seine Schwankungsbreite ist mit 81° gegenüber 93° für Winkel P und 113° für Winkel R am kleinsten.

Stewart und Manning geben (bei Einzelregistrierung der einzelnen Ableitungen!) als Mittelwert der R-Achse 65° an, mit Normgrenzen ($\pm 2^\circ$) von 7° und 123°, wobei sie einen Wert von mehr als 152° und zehnmal kleinere Werte als —22° feststellen.

Im Bravais'schen Korrelationskoeffizienten äußert sich das einigermaßen gleichsinnige Verhältnis zwischen Winkel R und Winkel T in einem Wert von + 0,48. Die viel lockereren Beziehungen zwischen Winkel R und Winkel P ergeben einen Wert von nur +0,16. Trotzdem statistisch somit keine korrelativen Beziehungen zwischen diesen beiden Momentanachsen nachweisbar sind, spricht das relativ häufige Vorkommen eines negativen P_3 beim Positionslinkstyp (*Master und Oppenheimer, Schlomka und Hansen, Proger und Korth*) für gewisse Beziehungen der P-Achse zur R-Achse. (Winkel Z weist für unser Material die niedrigsten Werte auf, nämlich bis —13°.) Das Verhältnis zwischen Winkel P und Winkel T ist auch wenig eng, denn der Korrelationskoeffizient beträgt für unser Material nur 0,21.

Beziehungen zwischen den elektrokardiographischen Werten und den Körpermaßen.

Um diese Beziehungen zu untersuchen, wurden zwei verschiedene Methoden angewendet, einmal der Vergleich der «Extrem-

gruppen» aller Körpermaße, d. h. der aus allen jenen Individuen zusammengesetzten Gruppen, deren Werte für ein bestimmtes Körpermaß unterhalb oder oberhalb des Bereiches $M \pm \sigma$ liegen, ein Verfahren, das festzustellen erlaubt, ob das eine oder andere elektrokardiographische Maß in den beiden Gruppen einen ausgesprochenen Unterschied aufweist, was im Sinne einer Abhängigkeit dieses elektrokardiographischen Wertes vom betreffenden Körpermaß spricht, anderseits die Berechnung einer Anzahl Korrelationskoeffizienten.

TABELLE 5.
Einfluß der Körpergröße.

	$< M - \sigma$	$> M + \sigma$	Diff.
Anzahl	22	29	
Körpergröße in cm	168,0	184,4	+16,4
Gewicht in kg	69,0	78,1	+ 9,1
in % des Sollgewichts	± 0	+1	
Querschnittsmaß in cm^2	635	657	+22
in % des Sollquerschnitts	+1	± 0	
Alter	41,2	33,3	— 7,9
Orthodiagraph. Herzneigungswinkel in Grad	38	41	+ 3
PQ-Zeit in Sek.	0,17	0,16	— 0,01
QRS-Dauer in Sek.	0,085	0,091	+ 0,006
QT-Zeit in Sek.	0,39	0,39	
Winkel P in Grad	44	36	— 8
Winkel R in Grad	42	57	+15
Winkel T in Grad	33	38	+ 5
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T .	9	19	
Vektor R in mV	1,04	1,09	+ 0,05
Vektor T in mV	0,37	0,38	+ 0,01
$\frac{VT}{RV}$	0,36	0,35	

Der Vergleich der «Extremgruppen» (Tab. 5—17) ergibt, daß wie erwartet ein Einfluß der Körpermaße auf die Zeitabläufe (PQ-, QT-Zeit) nicht nachweisbar ist. Wichtig erscheint, daß im Gegensatz zu den Befunden von *Albers und Scheer* für PQ, die sich auf das Wachstumsalter beziehen, ein Einfluß des Alters in unserem Material nicht nachweisbar ist (Tab. 15), ebenso fehlt ein Einfluß der Herzfrequenz (Tab. 16), wobei die Differenz in der Frequenz zwischen den beiden «Extremgruppen» allerdings gering ist.

Der Verlauf der elektrischen Herzachse für die P-, R- und T-Zacke, der sogenannten Momentanachsen, ist deutlich vom Kör-

TABELLE 6.
Einfluß des Körpergewichts.

	<M- σ	>M+ σ
Anzahl	22	37
Körpergewicht in kg	61,5	84,5
in % des Sollgewichts	-7	+6
Größe in cm	173,9	179,3
Querschnittsmaß in cm ²	573	713
in % des Sollquerschnitts	-9	+8
Alter	33,8	37,2
Orthodiagraphischer Herzneigungswinkel in Grad	42	37
PQ-Zeit in Sek.	0,16	0,16
QRS-Zeit in Sek.	0,088	0,088
QT-Zeit in Sek.	0,39	0,38
Winkel P in Grad	56	40
Winkel R in Grad	63	42
Winkel T in Grad	44	34
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T	19	8
Vektor R in mV	1,25	1,01
Vektor T in mV	0,37	0,39
$\frac{VT}{VR}$	0,30	0,39

TABELLE 7.
Einfluß des Querschnittsmaßes

	<M- σ	>M+ σ
Anzahl	29	27
Querschnittsmaß in cm ²	551	745
in % des Sollquerschnitts	-12,7	+12,3
Größe in cm	175,3	176,9
Gewicht in kg	65,2	82,5
in % des Sollgewichtes	± 0	+ 1
Alter	33,1	41,2
Orthodiagraphischer Herzneigungswinkel in Grad	42	38
PQ-Zeit in Sek.	0,16	0,17
QT-Zeit in Sek.	0,38	0,38
Winkel P in Grad	49	38
Winkel R in Grad	62	38
Winkel T in Grad	38	35
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T	24	3
Vektor R in mV	1,20	0,97
Vektor T in mV	0,39	0,38
$\frac{VT}{VR}$	0,33	0,39

perbau abhängig, und zwar ganz besonders die R-Momentanachse, die auch die größte Variationsbreite in unserem Gesamtmaterial aufweist.

Die *R-Achse* (Winkel R) zeigt zunächst laut Tab. 5 eine gewisse Abhängigkeit von der Körpergröße, indem sie von 50° bei 176,5 cm ausgehend, bei Zunahme der Größe um 1 cm um je rund

TABELLE 8.

Einfluß der Abweichung vom Sollquerschnitt.

	< M— σ	> M+ σ
Anzahl	19	26
Sollquerschnitt in cm ²	642	642
Querschnittsmaß in cm ²	547	733
in % des Sollquerschnitts	—14,8	+14,2
Größe in cm	176,5	175,8
Gewicht in kg	66,8	81,9
in % des Sollgewichts	+2	+2
Alter	35,8	36,4
Orthodiagraphischer Herzneigungswinkel in Grad	41	38
PQ-Zeit in Sek.	0,16	0,17
QRS-Dauer in Sek.	0,085	0,089
QT-Zeit in Sek.	0,39	0,37
Winkel P in Grad	47	39
Winkel R in Grad	60	41
Winkel T in Grad	36	33
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T	24	8
Frequenz	61,1	57,0

TABELLE 9.

Einfluß der Brustbreite.

	< M— σ	> M+ σ
Anzahl	26	23
Brustbreite in cm	25,4	30,7
Größe in cm	175,7	178,4
Gewicht in kg	65,9	83,0
Querschnittsmaß in cm ²	595	707
Alter	34,7	37,4
Orthodiagraphischer Herzneigungswinkel in Grad	41	37
PQ-Zeit in Sek.	0,17	0,17
QT-Zeit in Sek.	0,38	0,38
Winkel P in Grad	51	39
Winkel R in Grad	64	40
Winkel T in Grad	43	39
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T	21	1

1° zunimmt und umgekehrt. Die Streuung ist jedoch eine große, was besonders auch aus dem Korrelationskoeffizienten zwischen Winkel R und der Körpergröße hervorgeht, der nur 0,18 beträgt (Tab. 19). Deutlich ist die Abhängigkeit vom Gewicht (Tab. 6), die rund -1° pro kg ausmacht, ausgehend von 50° bei 72,7 kg. Am ausgesprochensten ist die Korrelation zum Querschnittsmaß (Tab. 7), die rund $1,2^{\circ}$ pro 10 cm² ausmacht, ausgehend von 640 cm², jedoch wie beim Gewicht im entgegengesetzten Sinn. Unter Mitberücksichtigung von Tab. 8, die als Darstellung der Individuen

TABELLE 10.
Einfluß der Brusttiefe.

	$<M-\sigma$	$>M+\sigma$
Anzahl	23	33
Brusttiefe in cm	17,8	22,8
Größe in cm	176,3	176,8
Gewicht in kg	63,3	79,9
Querschnittsmaß in cm ²	552	726
Alter	33,1	40,0
PQ-Zeit in Sek.	0,15	0,17
QT-Zeit in Sek.	0,39	0,38
Winkel P in Grad	46	41
Winkel R in Grad	61	41
Winkel T in Grad	37	36
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T	24	5

TABELLE 11.
Einfluß der Thoraxbreite.

	$<M-\sigma$	$>M+\sigma$
Anzahl	36	32
Thoraxbreite in cm	24,4	29,1
Größe in cm	175,0	178,3
Gewicht in kg	68,5	79,3
Querschnittsmaß in cm ²	613	673
Alter	34,1	36,9
Orthodiagraphischer Herzneigungswinkel in Grad . .	42	39
PQ-Zeit in Sek.	0,16	0,17
QT-Zeit in Sek.	0,38	0,38
Winkel P in Grad	49	44
Winkel R in Grad	50	46
Winkel T in Grad	37	38
Differenz zwischen Winkel T und Winkel E	13	8
Vektor R in mV	1,09	1,08
Vektor T in mV	0,40	0,39

mit besonders schlankem und besonders breitem Körperbau aufzufassen ist (relative Querschnittsentwicklung), erscheint der Schluß erlaubt, daß für jede Abweichung vom Sollquerschnitt um 1 Prozent die R-Achse um $\frac{3}{4}^{\circ}$ in entgegengesetzter Richtung zuzuspektive abnimmt. (Dem entspricht auch der berechnete Regressionskoeffizient von $-0,76!$).

Als besonders ausgesprochen erweist sich die Abhängigkeit des Winkels R von der röntgenologischen Thoraxhöhe (Tab. 13), da jeder Zunahme um 1 cm ein Anwachsen des Winkels um rund 5° entspricht, ähnlich wie beim orthodiagraphischen Herznei-

TABELLE 12.
Einfluß der Thoraxtiefe.

	$<M-\sigma$	$>M+\sigma$
Anzahl	21	14
Thoraxtiefe in cm	9,2	14,5
Größe in cm	174,7	175,9
Gewicht in kg	65,3	78,1
Querschnittsmaß in cm ²	579	716
Alter	35,0	37,4
Orthodiagraphischer Herzneigungswinkel in Grad . .	44	37
PQ-Zeit in Sek.	0,16	0,17
QT-Zeit in Sek.	0,39	0,39
Winkel P in Grad	51	28
Winkel R in Grad	60	44
Winkel T in Grad	42	36
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T	18	8

TABELLE 13.
Einfluß der Thoraxhöhe.

	$<M-\sigma$	$>M+\sigma$
Anzahl	34	31
Thoraxhöhe in cm	17,6	23,0
Körpergröße in cm	174,2	177,9
Gewicht in kg	76,6	70,2
Querschnittsmaß in cm ²	622	676
Alter	36,0	37,1
Orthodiagraphischer Herzneigungswinkel in Grad . .	36	42
PQ-Zeit in Sek.	0,17	0,17
QT-Zeit in Sek.	0,38	0,39
Winkel P in Grad	45	53
Winkel R in Grad	36	62
Winkel T in Grad	31	44
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T	5	18

TABELLE 14.

Einfluß des orthodiagraphischen Herzneigungswinkels.

	<M- σ	>M+ σ
Anzahl	35	25
Orthodiagraphischer Herzneigungswinkel in Grad	32	51
Größe in cm	175,2	178,3
Gewicht in kg	76,8	70,5
Querschnittsmaß in cm ²	677	630
in % des Sollquerschnitts	-5	+2
Alter	37,7	34,1
PQ-Zeit in Sek.	0,17	0,16
QRS-Dauer in Sek.	0,088	0,090
QT-Zeit in Sek.	0,38	0,40
Winkel P in Grad	45	52
Winkel R in Grad	42	59
Winkel T in Grad	36	41
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T	6	18

TABELLE 15.

Einfluß des Alters.

	<M- σ	>M+ σ
Anzahl	17	28
Alter in Jahren	26,4	48,8
Körpergröße in cm	179,3	173,5
Körpergewicht in kg	72,8	75,5
in % des Sollgewichts	+1	-1
Querschnittsmaß in cm ²	612	680
in % des Sollquerschnitts	-1	± 0
Thoraxhöhe in cm	20,3	20,3
Thoraxtiefe in cm	11,4	12,3
Thoraxbreite in cm	26,4	27,2
Orthodiagraphischer Herzneigungswinkel in Grad	41	38
Systolischer Blutdruck in mm Hg.	119	118
Diastolischer Blutdruck in mm Hg.	78	76
PQ-Zeit in Sek.	0,16	0,17
QRS-Zeit in Sek.	0,086	0,088
QT-Zeit in Sek.	0,37	0,38
Vektor R in mV	1,13	0,836
Vektor T in mV	0,43	0,32
$\frac{VR}{VT}$	0,38	0,38
Winkel P in Grad	52	50
Winkel R in Grad	56	34
Winkel T in Grad	34	35
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T	22	-1
Herzfrequenz pro Minute	61,4	62,1

gungswinkel, der um je 1° wächst. Wichtig erscheint ebenso der deutliche Einfluß des Alters, der laut Tab. 15 rund 1° pro Jahr beträgt. Dieser Einfluß des Alters auf den Verlauf der R-Achse erscheint um so wichtiger, als nicht nur die Thoraxhöhe, sondern auch das Gewicht und der Blutdruck der beiden Gruppen nur völlig unwesentliche Differenzen aufweisen und auch die altersbedingte Zunahme des Querschnitts die Abnahme von Winkel R nur zum kleineren Teil zu erklären vermag, so daß eine vom Blutdruck und Körperbau unabhängige Abnahme dieses Winkels erwiesen erscheint, wie dies auch schon *Schlomka* festgestellt hat.

Berechnen wir auf Grund der Größe, des Gewichtes und des Querschnittsmaßes die für die beiden Altersgruppen der Tab. 15 zu erwartenden Werte von Winkel R, finden wir 56° für die Jüngsten, im Durchschnitt 26jährigen, und 46° für die Ältesten, im Durchschnitt 49jährigen. Der erste Wert entspricht genau dem Mittelwert der Gruppe, der zweite weicht um 12° ab, so daß die auf diese Art vorgenommene Berechnung für Männer von im Durchschnitt 26 Jahren zu stimmen scheint, während von diesem Alter ausgehend jede Zunahme um 1 Jahr eine Abnahme von Win-

TABELLE 16.
Einfluß der Herzfrequenz.

	$< M - \sigma$	$> M + \sigma$
Anzahl	30	36
Herzfrequenz pro Minute	45	76
Größe in cm	177,6	177,6
Gewicht in kg	70,3	73,4
Querschnittsmaß in cm^2	620	646
Alter in Jahren	34,5	36,3
Orthodiagraphischer Herzneigungswinkel in Grad . .	42	38
PQ-Zeit in Sek.	0,16	0,16
QRS-Dauer in Sek.	0,088	0,087
QT-Zeit in Sek.	0,43	0,35
QT-Sollwert nach Hegglin & Holzmann	0,45	0,35
Differenz zwischen Mittelwert und Sollwert	-0,02	± 0
Winkel P in Grad	47	48
Winkel R in Grad	54	48
Winkel T in Grad	41	36
Differenz zwischen Winkel R und Winkel T	13	12
Vektor R	1,10	1,19
Vektor T	0,43	0,36
$\frac{VT}{VR}$	0,39	0,30

kel R um $1/2^\circ$ zur Folge zu haben scheint (Korrelationskoeffizient $-0,318$, s. Tab. 19).

Zwischen der Frequenz und dem Körperbau besteht wie zu erwarten und wie aus Tab. 16 ersichtlich keinerlei Zusammenhang.

Aus der übersichtlichen Zusammenstellung der für die Extremgruppen berechneten Mittelwerte für Winkel R (Tab. 17) geht hervor, daß sicherlich ein von der Querschnittsentwicklung und vom Alter unabhängiger Einfluß der Körpergröße besteht, und daß sowohl die Querschnittsentwicklung wie das Alter von Einfluß sind. Tab. 20 zeigt ferner, daß die kleinen, dicken, breitgebauten und älteren Männer einen um 20° kleineren Winkel R aufweisen als die großen, mageren, schlanken und jungen.

TABELLE 17.

Winkel R in Abhängigkeit von Körperbau und Alter

(Mittelwerte der «Extremgruppen»).

	Größe	Gewicht	Q. M.	Abweichung vom Sollquerschnitt	Alter	H.N.W.	Winkel R	Diff.
Körperlänge	168,0	69,0	635	+1	41	38	42	+15
	184,4	78,1	657	± 0	33	41	57	
Gewicht	173,9	61,5	573	-9	34	42	63	-21
	179,3	84,5	713	+8	37	37	42	
Querschnittsmaß	175,3	65,2	551	-12,7	33	42	62	-24
	176,9	82,5	745	+12,3	41	38	38	
Alter	179,3	72,8	612	-1	26	41	56	-22
	173,5	75,5	680	± 0	49	38	34	
Herzneigungswinkel	175,2	76,8	677	-5	38	32	42	+17
	178,3	70,5	630	+2	34	51	59	

Die auf die oben bezeichnete Art berechneten Differenzen bedürfen der *statistischen Sicherung*. Der Statistiker betrachtet eine Differenz zweier Mittelwerte erst dann als gesichert, wenn sie größer ist als der Zufallsbereich. Die Berechnung dieses Zufallsbereichs wurde nach *Koller* vorgenommen, und der mittlere Fehler der Differenzen mit dem entsprechenden Faktor, der bei so kleinen Kollektiven zwischen 3,12 und 3,24 schwankt, multipliziert. Aus Tab. 18 ist ersichtlich, daß sich nur für das Gewicht, das Querschnittsmaß und die äußerlich mit dem Tasterzirkel nach *Martin* bestimmten Brustmaße (Tiefe und Breite) Differenzen für

TABELLE 18.

Fehlerbereich (F) und Differenz (D) der Mittelwerte aus den beiden Extremgruppen der Körpermaße, des Alters und der Herzfrequenz.

		Winkel P	Winkel R	Winkel T	Herzn.winkel
Körpergröße	F	18,9	19,3	13,6	4,9
	D	8	15	5	3
Körpergewicht	F	18,5	15,4	11,0	4,6
	D	16	21	10	5
Querschnittsmaß	F	19,8	16,4	14,1	4,7
	D	11	24	3	4
Sollquerschnitt	F	23,1	20,1	15,5	4,6
	D	8	19	3	3
Brustbreite	F	20,3	21,3	12,0	5,5
	D	12	24	4	4
Brusttiefe	F	21,1	18,1	13,1	4,9
	D	5	20	1	4
Thoraxbreite	F	17,4	16,5	9,9	4,4
	D	5	4	1	3
Thoraxtiefe	F	25,5	26,7	16,6	4,3
	D	23	16	6	7
Thoraxhöhe	F	15,9	18,0	10,0	4,7
	D	8	26	13	6
Herzneigungswinkel	F	16,7	17,6	12,4	
	D	7	17	5	
Alter	F	20,8	17,0	15,1	7,2
	D	2	22	1	3
Herzfrequenz	F	16,7	14,4	10,9	4,4
	D	1	6	5	4

Die signifikanten Differenzen sind fettgedruckt

Winkel R ergeben, die größer sind als der Fehlerbereich, außerdem für die Thoraxhöhe und das Alter. Winkel T ist mit Sicherheit nur von der Thoraxhöhe abhängig und der orthodiographische Herzneigungswinkel vom Körpergewicht, von der orthodiographischen Thoraxtiefe und Thoraxhöhe.

Zu ähnlichen Schlußfolgerungen führt die Berechnung der Bravaischen Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen zwischen dem Verlauf der R-Achse und den Körpermaßen (Tab. 19). Nach *Koller* sind bei einem Kollektiv von 193 Individuen nur Korrelationskoeffizienten von mindestens 0,214 als statistisch gesichert zu betrachten. Eindeutig positive Beziehungen zum Verlauf der R-Achse weisen die orthodiographische Herzachse und vor allem die Thoraxhöhe auf, eindeutig negative Beziehungen eine ganze Anzahl von Breiten- und Tiefenmaßen, speziell Brustbreite und Querschnittsmaß, außerdem das Alter.

TABELLE 19.

Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen zwischen der R-Achse und den Körpermaßen.

Beziehung zwischen	Korrelationskoeffizient (r)
Winkel R und Körpergröße	0,181
Winkel R und orthodiagr. Herzneigungswinkel	0,248
Winkel R und Thoraxhöhe	0,378
Winkel R und Thoraxbreite	— 0,068
Winkel R und Thoraxtiefe	— 0,195
Winkel R und Brusttiefe	— 0,280
Winkel R und Körpergewicht	— 0,295
Winkel R und Alter	— 0,318
Winkel R und Brustbreite	— 0,326
Winkel R und Querschnittsmaß	— 0,336

Der Verlauf der *T-Achse* ist in geringerem Maße von den Körpermaßen abhängig als die *R-Achse*, jedoch immer gleichsinnig, während das Alter keinen nachweisbaren Einfluß hat, so daß mit zunehmendem Alter die Differenz zwischen *R-* und *T-Achse* kleiner und für die 49jährigen (Tab. 15) sogar leicht negativ wird. Die Beziehungen zwischen Winkel R und Winkel T müßten von klinischer Bedeutung sein, sofern die Behauptung von *v. Unghvary* sich als richtig erweist, wonach eine Differenz von mehr als 60° eine Myocardschädigung anzeigt. Im Vergleich zu den 3 ersten Zeilen von Tab. 20, die für Winkel R einen Wert von 41 für die kleinen, relativ breiten und schweren Männer ergeben, resp. 61 für die großen, relativ schlanken und leichten Männer, betragen die Werte für Winkel T 34 resp. 40. Die Differenz zwischen Winkel R und Winkel T macht somit für die erste Gruppe nur 7° aus,

TABELLE 20.

Differenz zwischen Winkel R und Winkel T.

Klein bei				Groß bei			
	Diff.	Winkel R	Winkel T		Diff.	Winkel R	Winkel T
geringer Körperlänge	9°	42°	33°	großer Körperlänge	19°	57°	38°
großem Gewicht	8°	42°	34°	kleinem Gewicht	19°	63°	44°
großem Querschnittsmaß	3°	38°	35°	klein. Querschnittsmaß	24°	62°	38°
positiver Abweichung vom Sollquerschnitt	8°	41°	33°	negativer Abweichung vom Sollquerschnitt	24°	60°	36°
kleinem orthod. Winkel	6°	42°	36°	geringem orthod. Winkel	18°	59°	41°
großem Alter	-1°	34°	35°	geringem Alter	22°	56°	34°
	6°	40°	34°		22°	60°	38°

für die zweite Gruppe hingen 21°. Bei Einbeziehung weiterer Gruppen erhöht sich diese Differenz auf 6° resp. 22°.

Dementsprechend geht der Linkstyp (Tab. 21) normalerweise mit einem der R-Achse stärker angenäherten T-Achsenverlauf einher als Rechtstyp, was sich im elektrokardiographischen Bild im konkordanten Verhalten von R und T beim Linkstyp äußert, wo-

TABELLE 21.

Körpermaße und Differenz zwischen Winkel R und Winkel T der Individuen mit den 9 kleinsten und den 9 größten Werten für Winkel R (Links- und Rechtstyp).

Winkel R in Grad	4	94
	(—4 bis +9)	(90 bis 109)
Winkel T in Grad	20	57
Differenz in Grad	16	37
Vektor R in mV	0,93	1,29
Vektor T in mV	0,38	0,38
$\frac{VT}{VR}$	0,41	0,29
	(0,32 bis 0,54)	(0,20 bis 0,57)
QRS-Zeit in Sek.	0,083	0,09
	(0,08 bis 0,09)	(0,08 bis 0,11)
Größe in cm	171,1	180,9
Gewicht in kg	78,2	72,6
in % des Sollgewichts	+5	—1
Querschnittsmaß in cm ²	689	605
in % des Sollquerschnitts	+5	—5
Alter	42	31

gegen der Rechtstyp trotz sehr kleinem oder sogar negativem R₁ mit deutlichem, positivem T₁ einherzugehen pflegt. Bei Steilstellung der R-Achse muß somit eine größere Differenz zwischen dieser und dem T-Achsenverlauf nachweisbar sein, um auf Myocardschädigung verdächtig zu sein als bei Querstellung oder Linkstyp, bei dem schon viel geringere Unterschiede zwischen den beiden Winkeln als 60° allgemein als Zeichen der Myocardschädigung aufgefaßt werden (flaches T₁ bei Linkstyp). Die statistische Erfahrung hat somit in bezug auf das Winkelverhältnis schon weiter geführt als die von *v. Unghvary* aufgestellte Regel. Auch das Alter muß berücksichtigt werden, so daß der obere Grenzwert von 60° wohl nur bei großen, schlanken und jungen Männern Geltung hat und bei kleineren, breiteren und älteren Individuen deutlich geringer sein dürfte.

Das Kollektiv enthält 6 Fälle mit einer Winkeldifferenz von mehr als 50°. Das Maximum mit 62° betrifft einen 36jährigen von

180,0 cm Größe und 71,5 kg Gewicht, R-Momentanachse $+109^\circ$, somit Rechtstyp, T-Momentanachse $+47^\circ$. Der Quotient $\frac{VT}{VR}$ beträgt in diesem Fall 0,31, im Durchschnitt für alle 6 Fälle mit einer Achsendifferenz von mehr als 50° 0,32 (0,21—0,39), ist also etwas kleiner als für das Gesamtkollektiv, doch ist auch Winkel R mit 78° größer als der Durchschnittswert des Gesamtkollektivs und der Quotient $\frac{VT}{VR}$ nimmt mit zunehmender R-Momentanachse etwas ab.

Zusammenfassung.

1. Die Analyse von 193 Elektrokardiogrammen sportlich gut trainierter Individuen (meist Polizisten) ergibt im Vergleich zu den Sollwerten der Literatur einige Abweichungen. Die R-Momentanachse von durchschnittlich 50° wird auf das etwas höhere Durchschnittsalter (36 Jahre) bezogen und die etwas flacheren P- und etwas höheren T-Zacken bei geringer Frequenz (58,3 pro Min.) auf einen besonders hohen Vagus-tonus.
2. Die PQ-Zeit ist in 5 % größer als 0,20 Sek., maximal 0,28 Sek.
3. Die QRS-Dauer beträgt 4mal 0,11. Alle 4 Kurven zeichnen sich durch einen besonders großen Vektor R-Wert aus.
4. Die QT-Zeit weist speziell bei geringer Frequenz eine gewisse Abweichung von den Sollwerten nach Hegglin und Holzmann auf.
5. Es werden die Normalwerte für Vektor R und Vektor T berechnet; Vektor R beträgt meist zwischen 0,8 und 1,5 mV, im Mittel 1,12 mV, Vektor T zwischen 0,3 und 0,5 mV, im Mittel 0,40 mV; ein unterer Grenzwert von 0,24 mV wird nur ganz ausnahmsweise unterschritten.
6. Auch für die Winkelwerte der Vektoren P, R und T sind in der Literatur nur wenig Vergleichswerte zu finden. Sie betragen im Durchschnitt des vorliegenden Materials: Winkel P $45,5^\circ$ (-13° bis $+80^\circ$), Winkel R $50,0^\circ$ (-4° bis $+109^\circ$), Winkel T $38,7^\circ$ (0 bis $+81^\circ$).
7. Während die T-Größe vom Achsenverlauf weitgehend unabhängig erscheint, nimmt Vektor R mit zunehmendem Winkel R zu. R ist somit bei Rechtstyp etwas größer als bei Linkstyp (1,3 mV bei einem Winkel R von mehr als 89° , 0,9 mV bei einem Winkel R von weniger als 10°) und T bei Rechtstyp *relativ* kleiner.

8. Eine Abhängigkeit vom Körperbau läßt sich in erster Linie für den Verlauf der R-Momentanachse nachweisen, deren Winkel bei großen, schlanken und leichten Individuen größer ist als bei kleinen, breitgebauten und schweren Männern. Die Thoraxkonfiguration ist wie beim orthodiagraphischen Herzneigungswinkel von großem Einfluß.
9. Die R-Momentanachse weist eine vom Blutdruck und von der Thoraxkonfiguration unabhängige Abnahme mit dem Alter auf.
10. Die T-Achse macht die Wanderung der R-Achse in Abhängigkeit vom Körperbau nur in beschränktem Umfange mit, am wenigsten gegen rechts, so daß die Differenz zwischen Winkel R und Winkel T deutlich größer wird als beim Linkstyp, was der Erfahrungstatsache entspricht, daß beim normalen Linkstyp ein «konkordantes» Verhalten von T und R nachweisbar ist, während beim Rechtstyp dem negativen R_1 ein deutlich positives T_1 entspricht.
11. Ein oberer Grenzwert von 60° für die Differenz zwischen Winkel R und Winkel T (v. Unghvary) hat nur bei großen, schlanken und jungen Männern eine Bedeutung. Für kleinere, breitere und ältere Individuen mit kleinerem Winkel R und somit an sich kleinerer Differenz zu Winkel T müßte der obere Grenzwert niedriger angesetzt werden.
12. Das Verhältnis Vektor T : Vektor R nimmt bei Abweichung der R-Achse gegen rechts lediglich auf Grund der Zunahme von Vektor R ab. Praktisch läßt sich diese Erkenntnis vorerst nur insofern verwerten, als in bezug auf R relativ (!) kleine T-Zacken bei Rechtstyp weniger im Sinne einer Myocardschädigung zu deuten sind als beim Linkstyp.

Summary.

The Ecg. of 193 men in athletic training of 23 and 58 years of age showed 7 with P-Q intervals of more than 0.2 and 4 with QRS of more than 0.11 sec. Vector R was 0.8-1.5 mv., dependent of the R axis, and greater in right preponderance. Vector T was 0.3-0.5 mv., independent of the axis. Relative to R, T is small in right preponderance. The shape of the chest influences the course of R. With increasing age the R axis shifts to the left. T is much less dependent on body built and is less steep than R, particularly in right preponderance. The difference of the angles which the two

axes form with the horizontal is greatest in right preponderance and never reaches a value of 60° in left preponderance.

Résumé.

Les résultats suivants ont été obtenus par l'analyse électrocardiographique de 193 sujets sportifs et entraînés âgés de 28 à 58 ans, en tenant compte de leur constitution :

Chez 7 sujets l'espace P-Q dépasse 0,20 sec. Chez 4 sujets le groupe QRS dure plus de 0,11 sec. La valeur absolue de R (vecteur R) est le plus souvent comprise entre 0,8 mv et 1,5 mv. Elle dépend du trajet de l'axe R et elle est plus grande dans le type droit que dans le type gauche. Le vecteur T, qui est le plus souvent compris entre 0,3 et 0,5 mv, ne dépend pas du trajet de l'axe. Ainsi dans le type droit T est relativement petit par rapport à R, ce qui a son importance pour l'appréciation de l'aplatissement de l'onde T en clinique. Chez les sujets maigres et asthéniques et de taille élevée, l'axe momentané de R est plus vertical que chez les sujets picniques. La configuration du thorax a une grande importance dans ces variations. Indépendamment de la constitution, le type gauche s'accuse avec l'âge.

Riassunto.

L'analisi degli elettrocardiogrammi di 193 uomini allenati nello sport di un'età compresa fra i 23 e i 58 anni, tenendo in considerazione la forma del corpo, dà quale risultato — fatta eccezione di 7 tempi PQ di più di 0,20 secondi e di 4 complessi QRS della durata maggiore di 0,11 secondi — un valore assoluto di R (vettore di R) che oscilla fra 0,8 e 1,5 mV. e che è in dipendenza con il decorso dell'asse R. Nel tipo con preponderanza destra è più elevato che in quello con preponderanza sinistra. Poichè il vettore T, il cui valore oscilla fra 0,3 e 0,5 mV. è indipendente dalla direzione di rotazione dell'asse, T è nel tipo di preponderanza destra in rapporto a R relativamente piccolo, ciò che sembra importante, in casi clinici, nell'apprezzamento di appiattimento dell'onda T.

L'asse momentaneo di R ha in individui grandi, snelli e magri un decorso più ripido che in individui piccoli, tarchiati e grassi. La configurazione del torace ha anche una grande importanza sul decorso dell'asse R. Indipendentemente dalla forma del corpo si può stabilire, in rapporto con l'avanzare dell'età, uno spostamento verso sinistra dell'asse R. L'asse momentaneo di T è in

dipendenza molto meno pronunciata dalla forma del corpo e ha, specialmente nel tipo di preponderanza destra, un decorso meno ripido di quello dell'asse R, così che la differenza fra i due angoli formati dagli assi con l'orizzontale è maggiore nel tipo destro e nel tipo sinistro non raggiunge mai il valore massimo di 60° stabilito da *v. Unghvary*.

Literatur.

Albers und Bedbur: Arch. Kreislaufforsch. 8, 150 (1941). — *Albers D. und Scheer P.*: Z. Kreislaufforsch. 32, 193 (1940). — *Benedetti P. und Bollini V.*: Valutazione metrica e ispettiva del cuore dei cardiopazienti. Verlag L. Cappeli, Bologna 1936. — *Benedetti P. und Sabena*: Arch. Pat. clin. Med. 17, VI (1937). — *Brauch und Schultz*: Klin. Wschr. 1939, I, 642. — *Comeau W. J. und White P. D.*: Amer. Heart J. 18, 334 (1939). — *Diellen H.*: Herz und Gefäße im Röntgenbild. Verlag J. Ambr. Barth, Leipzig 1923. — *Einthoven W., Fahr G. und de Waart A.*: Pflügers Arch. 150, 275 (1913). — *Ferguson und O'Connell*: zit. nach Graybiel, McFarland, Gates und Webster. — *Gelman I. und Brown S.*: Acta med. Scand. 91, 378 (1937). — *Ginn und White*: Amer. Heart J. 9, 643 (1934). — *Graybiel, McFarland, Gates und Webster*: Amer. Heart J. 27, 524 (1944). — *Hadorn*: Arch. Kreislaufforsch. 2, 70 (1938). — *Haudek M.*: Jahreskurse ärztl. Fortbild. August 1918. — *Hegglin und Holzmann M.*: Z. klin. Med. 132, 1 (1937). — *Herzum A.*: Z. Kreislaufforsch. 32, 162 (1940). — *Holzmann M.*: Klinische Elektrokardiographie, Verlag Fretz & Wasmuth AG., Zürich 1945. — *Holzmann M. und Scherf D.*: Z. klin. Med. 121, 404 (1932). — *Koller S.*: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Verlag Steinkopff, Dresden 1940. — *Korth C.*: Arch. Kreislaufforsch. 3, 1 (1938). — *Lepeschkin E.*: Das Elektrokardiogramm. Verlag Steinkopff, Dresden 1942. — *Lewis*: Heart 5 (1914), zitiert nach Schlomka und Kreutzmann, Z. klin. Med. 129, 532 (1936). — *Lüderitz*: Arch. Kreislaufforsch. 5, 223 (1939). — *Ludwig H.*: a) Fortschr. Röntgenstr. 59, 1 (1939); b) Helv. Med. Acta 12, 641 (1945); c) Schweiz. Med. Wschr. 1946, 45; d) Helv. Med. Acta 13, 352 (1946). — *Martin*: Lehrbuch der Anthropologie, 2. Aufl. Verlag Fischer, Jena 1928. — *Master und Oppenheimer*: J. Amer. Med. Assoc. 92, II, 1652 (1929). — *Nordenfelt O.*: Acta med. scand. Suppl. 119 (1941). — *Proger S. H. und Korth C.*: Dtsch. Arch. klin. Med. 170, 516 (1931). — *Reindell*: Verh. dtsch. Ges. Kreislaufforsch. 10 (1937), zitiert nach Risak E., Der dtsch. Mil.arzt 6, 578 (1941). — *Schlinginhausen O.*: Bull. schweiz. Ges. Anthropol. 1926/27, 21; 1936/37, 7. — *Schlamowitz I.*: Amer. Heart J. 31, 473 (1946). — *Schlomka G. und Kreutzmann H.*: Z. klin. Med. 129, 532 (1936). — *Schlomka G. und Rodewald R.*: Z. klin. Med. 132, 494 (1937). — *Schlomka G. und Hansen O.*: Z. klin. Med. 134, 78 (1938). — *Schlomka G. und Blanke H.*: Z. klin. Med. 134, 435 (1938). — *Schlomka G. und Bruns H.*: Z. klin. Med. 135, 231 (1938). — *Shipley und Hallaran*: Amer. Heart J. 11, 325 (1936), zitiert nach Benedetti und Sabena s. o. — *Smělý R. F.*: Cardiologia 9, 231 (1945). — *Stewart C. B. und Manning G. W.*: a) Amer. Heart J. 27, 502 (1944); b) Amer. Heart J. 30, 109 (1945). — *von Unghvary L.*: Klin. Wschr. 1938, 566. — *White und Bock*: Amer. J. med. Sci. 156, 17 (1918). — *von Zarday I.*: Arch. Kreislaufforsch. 7, 223 (1940).

